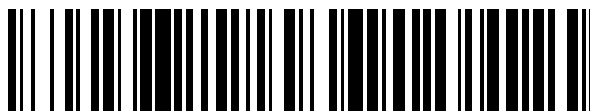


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 661**

51 Int. Cl.:

**G01W 1/14** (2006.01)

**G01B 11/22** (2006.01)

**G01N 27/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2012 PCT/IB2012/002671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13114151**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2012 E 12846824 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 2834684**

54 Título: **Método electrónico automatizado para el control periódico de las condiciones del manto nival**

30 Prioridad:

**30.01.2012 IT BG20120005**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**23.03.2020**

73 Titular/es:

**INSIS S.P.A. (100.0%)  
Via Giacomo Leopardi 31  
20123 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**BARBOLINI, MASSIMILIANO;  
FERRO, FRANCESCO;  
BAUDONE, MATTEO y  
RICCHETTI, LAURA**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 749 661 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método electrónico automatizado para el control periódico de las condiciones del manto nival.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método de medición y monitorización de las condiciones del manto nival por medio de un jalón electrónico.

10 Como es bien conocido, los fenómenos de desprendimiento accidental de aludes constituyen una amenaza considerable para toda zona de montaña urbanizada, especialmente para centros de esquí diseñados para deportes de invierno. En relación con esto, la gestión de la seguridad se convierte en un elemento que requiere mucha atención, y demanda grandes recursos humanos y económicos.

15 Los elementos útiles para la evaluación de riesgos, la planificación de medidas de protección y la prevención de incidentes se centran básicamente en las características del manto nival.

En particular, el elemento más importante es su grosor, así como su variabilidad en el tiempo.

20 La posibilidad de prever, con la suficiente fiabilidad, desprendimientos de laderas cubiertas de nieve, lo cual da como resultado aludes potencialmente peligrosos para asentamientos humanos, permite la implementación de medidas, como evacuaciones, cortes de carreteras, cierre de estaciones de esquí y otros, que pueden contener los daños.

25 Gracias a un conocimiento detallado de las características físicas del manto nival, asimismo es posible planificar sabiamente la construcción de estructuras de defensa (tales como barreras para nieve) con el fin de reducir los costes.

30 Con respecto a las características cuantitativas (grosor) y cualitativas (estratigrafía) del manto nival, el estado de la técnica prevé dos modos operativos alternativos.

35 El primer modo se basa en la instalación de estaciones nivometeorológicas automatizadas, provistas de sensores nivométricos por ultrasonidos que supervisan en tiempo real el grosor de la nieve, así como otros sensores genéricos para el sondeo de otros parámetros climáticos habituales (temperatura, presión atmosférica y otros).

Dicho primer modo operativo presenta algunos inconvenientes. El principal se caracteriza por la imposibilidad de instalar dichas estaciones en los puntos más críticos para desprendimientos de aludes (terrenos con pendientes pronunciadas), debido a los requisitos técnicos de una zona amplia nivelada y resguardada.

40 Otro aspecto crítico de una opción del tipo mencionado es la falta de datos sobre las condiciones físicas internas del manto nival, las cuales resultan útiles para predecir la aparición de posibles condiciones de inestabilidad. Finalmente, la construcción de estaciones automatizadas requiere unas inversiones económicas enormes, habitualmente apenas asequibles para organismos territoriales que actúan en una zona de montaña, tales como ciudades pequeñas, comunidades de montaña o pequeños consorcios de gestión de estaciones de esquí.

45 El segundo modo operativo en el estado de la técnica requiere la colocación de estaciones nivométricas manuales, denominadas campamentos nivales ("snow camps"), en donde el sondeo del espesor del manto nival se obtiene por parte de un operario a través de una lectura visual diaria de una barra graduada que se ha clavado en el terreno.

50 Cerca de los campamentos nivales, o en campamentos nivales "extemporáneos" (denominados asimismo campamentos nivales "itinerantes"), asimismo tienen lugar investigaciones estratigráficas periódicas.

55 Estas van dirigidas a obtener conocimientos sobre las características de la nieve dentro del manto nival, tales como el número de capas, la dureza y la densidad de las capas, la forma del grano, el perfil de temperatura y otros.

Esta segunda opción aporta más información que las estaciones automatizadas; no obstante, es incapaz de aportar información en tiempo real y, al involucrar uno o más operarios, únicamente puede tener lugar en zonas accesibles y libres de peligro de alud.

60 Esto hace que una opción de este tipo resulte inadecuada para proporcionar información totalmente representativa sobre las condiciones del manto nival en zonas de desprendimiento de aludes, especialmente en situaciones de alta criticidad nivometeorológica.

65 Debido a los límites operativos mencionados anteriormente de los métodos actuales de sondeo de características del manto nival en referencia a zonas potenciales de desprendimiento de aludes, en dichas zonas tiene lugar una

medición adicional por medio de jalones nivométricos.

Estos son barras graduadas instaladas en zonas de desprendimiento durante la estación de verano y enterradas parcialmente en la nieve durante la estación fría.

5 Los jalones son leídos periódicamente, en caso de posibles aludes, por medio de prismáticos o aproximándose a ellos en un helicóptero.

10 Esta opción añadida tiene la ventaja de mediciones posibles en las zonas más críticas, aunque se conocen limitaciones notables debido a su dependencia de las condiciones de visibilidad, resultando posiblemente inadecuada durante perturbaciones atmosféricas.

15 Además, dichas mediciones se refieren simplemente al espesor del manto nival, no a sus características internas, y podrían resultar muy caras debido al uso de aeronaves.

El documento US 2007/0132599 A1 da a conocer un pluviómetro para medir precipitaciones líquidas y sólidas. El pluviómetro del documento US'599 incluye una estructura de soporte que presenta por lo menos un sensor de luz y por lo menos una fuente de luz dispuestos en el mismo.

20 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es definir un método que permita la medición, transmisión y captura en tiempo real de los parámetros más importantes del manto nival.

25 Otro de los objetivos es definir un método como el anterior, que permita su uso incluso en las ubicaciones más críticas, es decir en zonas de posibles desprendimientos de aludes.

Otro de los objetivos es definir un método como el anterior, que permita su materialización con costes asequibles incluso para organismos económicos de tamaño reducido que actúen en zonas de montaña.

30 Otro de los objetivos es definir cualquier elemento útil para la puesta en práctica de dicho método.

Estos y otros objetivos se pondrán de manifiesto como conseguidos a partir de la siguiente descripción detallada, que muestra un método para la medición y monitorización de las condiciones del manto nival por medio de un jalón electrónico multidispositivo, y a partir de los esquemas adjuntos, en los cuales:

35 la figura 1 representa una vista axonométrica dimétrica y sinóptica de un jalón, usado para la prueba del método de la presente invención.

40 la figura 2 representa esquemáticamente un jalón electrónico, usado para la prueba del método de la presente invención y sus componentes.

la figura 3 representa una sección transversal de una ventana provista de un filtro óptico y en el lado posterior de la tarjeta electrónica que incluye varios sensores.

45 la figura 4 representa una vista en perspectiva de un jalón, usado para la prueba del método de la presente invención, en una versión en forma de escalera.

Los elementos incluidos en el método son los siguientes:

- 50
- un sistema de recogida de datos
  - un sistema de alimentación autónomo
  - un sistema de telecomunicaciones hacia un servidor de monitorización.

55 Un ejemplo de las fases de desarrollo que incluyen dichos elementos requiere el uso de un jalón hueco, clavado firmemente en el terreno. El jalón 1 presenta una serie de sensores que detectan, todos ellos, las diversas características del manto nival, e incluye un sistema de alimentación por batería de larga duración.

60 En particular, el jalón 1 está provisto de un cuerpo tubular 1a, aproximadamente una barra de sección cuadrada, que presenta, en su interior, una tarjeta electrónica 3 que sustenta sensores ópticos 4, sensores térmicos 5, sensores capacitivos eventuales 6; el jalón 1 incluye asimismo una unidad central electrónica 7 que gestiona los sensores y que incluye sistemas habituales de transmisión de datos desarrollados a través de telecomunicaciones por vía aérea (por ejemplo TACS, GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, LTE) hacia un servidor remoto situado a distancia considerable.

65 La fijación del jalón 1 al terreno observa las exigencias específicas de la consolidación estática derivada de la naturaleza del emplazamiento de instalación, es decir, de la tipología del suelo, el ángulo de la pendiente, el espesor esperado del manto nival y sus características físicas y la sobrecarga de nieve debida al viento.

En general, se requiere la disposición previa de una barra B de anclaje de acero y de adherencia mejorada, cementada en un orificio de cinco centímetros de diámetro, realizado a mano por medio de un martillo perforado de potencia adecuada.

5

La barra B de anclaje es un elemento de restricción estable para una placa metálica M que está integrada con el cuerpo tubular 1a del jalón 1.

10

La fijación de la placa metálica M y la barra B puede requerir el roscado del extremo de la barra B y una tuerca de sujeción D.

15

Además de dicho elemento de restricción, es aconsejable disponer un arriostramiento. Está constituido, por ejemplo, por dos series de cables metálicos C colocados a ciento veinte grados en torno al jalón 1. Los cables se anclan al terreno a través de sistemas genéricos; se puede usar, por ejemplo, un anclaje al terreno similar al descrito para la barra B, incluyendo barras de anclaje provistas de anillos pasacabos R (por ejemplo, cáncamos) para enlazar los cables C.

20

Los cables C se enganchan al cuerpo 1a a alturas diferentes para distribuir adecuadamente la tensión cortante a la que resulta sometido el jalón 1. Aproximadamente, dicho enganche independiente prevé una primera serie de tres cables de arriostrado tirantes C1, C2, C3 conectadas a una altura de un tercio de jalón y una segunda serie de tirantes C4, C5, C6 conectados a una altura de dos tercios del jalón. En caso de instalación sobre terrenos con nieve medio derretida, la placa M de anclaje al terreno puede prever una materialización preventiva de pequeños pedestales de cimentación.

25

El cuerpo 1a está provisto de una serie de ventanas 8 que proporcionan una vista sobre los sensores mencionados, cerradas por medio de filtros ópticos (9), por ejemplo, paneles de plexiglás, para proteger los elementos electrónicos con respecto a las fuertes radiaciones solares que pueden producirse a altitudes elevadas, cuando el jalón se inclina sobre el manto nival.

30

Los sensores de temperatura 5, típicamente sensores de temperatura de semiconductores, asistidos por un circuito de acondicionamiento previo adecuado para adaptar la relación de tensión/temperatura de acuerdo con la tecnología bien conocida, deberían tener una sensibilidad del orden de una décima de grado centígrado (0.1° C) y una precisión entre cinco décimas de grado centígrado y un grado centígrado (0.5° C y 1° C).

35

Los sensores ópticos 4, coincidentes con las ventanas 8, y destinados a medir el espesor del manto nival, se deberían distribuir a lo largo de la altura del cuerpo 1a a intervalos constantes, aproximadamente entre cinco y veinte centímetros, con el fin de garantizar la precisión adecuada. En cuanto al presente ejemplo, cada sensor óptico 4 está constituido por un par de LED-fotodiodo de emisión infrarroja, que emite y recibe una onda cuadrada de una frecuencia preestablecida, como se corresponde con la tecnología ampliamente conocida.

40

El sistema de alimentación por batería 2 está dimensionado para permitir un mínimo de autonomía funcional de seis meses, lo cual es una duración típica de una estación de invierno, con una salida capaz de alimentar el aparato electrónico completo teniendo en cuenta por lo menos una transmisión de datos al día.

45

Dicha batería 2, posicionada razonablemente en el interior del jalón o en el terreno en su base con el fin de evitar una exposición a bajas temperaturas, podría estar asistida por paneles fotovoltaicos 2a, colocados sobre el jalón, y debería poder alimentar el jalón incluso en condiciones críticas o en situaciones inesperadas en las que unos sondeos más frecuentes pudieran ser de ayuda, aproximadamente hasta diez lecturas por día, durante diez días.

50

En cuanto al ejemplo de la presente descripción, la batería 2 es de plomo, con un voltaje de doce voltios y una capacidad de 12 amperios-hora.

55

Otro ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada permite una modificación de jalón 1b que incorpora sensores capacitivos 6 en relación con una forma de escalera particular (figura 4), que incluye dos cuerpos tubulares diferentes mantenidos juntos por medio de abrazaderas 10 y fijados al terreno con una única placa M1, o alternativamente una instalación en yuxtaposición de los jalones para permitir un análisis de las señales transmitidas a través del manto nival por los sensores capacitivos, con el fin de controlar sus características de densidad y granulométricas.

60

Los datos transmitidos desde el jalón 1 son recibidos y procesados por un servidor de monitorización remoto, que procesa dichos datos por medio de un *software* dedicado, activando los sistemas de alerta adecuados y grabándolos con fines estadísticos.

65

El jalón 1 de la presente descripción presenta claras ventajas correspondientes a una instalación sencilla incluso en zonas críticas de desprendimiento de aludes, a una autonomía funcional y a una diversidad de funcionamiento que hace que el mismo constituya una elección mejor en comparación con los otros métodos del estado de la

técnica descritos en la introducción.

Una segunda opción correspondiente al método de la presente descripción permite una instalación en forma de red de los jalones en terrenos monitorizados específicos (ciertos terrenos monitorizados).

5

Un método de este tipo requiere la determinación de la posición específica de cada jalón instalado a través de coordenadas GPS (sistema de posicionamiento global) para desarrollar estrategias de gestión y previsión desde la base de control, incluso usando diferentes frecuencias de captura de datos en función del nivel de alerta y, finalmente, con la ayuda de algoritmos computacionales e implementables en el *software* de gestión.

10

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método electrónico automatizado para monitorizar las condiciones de manto nival, en las zonas de desprendimiento de aludes que incluye un sistema de recogida de datos que actúa por medio de sensores (4, 5, 6), un sistema de alimentación por batería (2) y una unidad de control electrónica (7) para gestionar los sensores y transmitir los datos recogidos procesados a un servidor remoto por medio de métodos de telecomunicación de radiofrecuencia, en el que
- 10 dicho sistema de recogida de datos mide una pluralidad de parámetros físicos, caracterizado por que
- 15 la totalidad de dicho sistema está incluida en un único dispositivo presentado como un jalón (1) con un cuerpo tubular hueco (1a), provisto de una pluralidad de ventanas (8) selladas herméticamente por medio de filtros ópticos (9) y distribuidas a lo largo de la altura del cuerpo (1a); estando fijada la totalidad de dichos sensores (4, 5, 6) sobre el mismo lado de una pared lateral interior de dicho cuerpo tubular (1a) y estando orientados en su totalidad hacia el exterior del cuerpo tubular (1a), para medir dichos parámetros en el manto nival ubicado fuera de dicho cuerpo tubular (1a), proporcionando dichas ventanas una vista sobre dichos sensores que incluyen unos sensores ópticos (4) que están constituidos por pares de fotodiodo LED de emisión IR que coinciden con las ventanas (8).
- 20 2. Método electrónico automatizado para monitorizar las condiciones de manto nival, en las zonas de desprendimiento de aludes, según la reivindicación 1, en el que las ventanas (8) están distribuidas en una fila a lo largo de la altura del cuerpo tubular hueco (1a) a intervalos constantes y de manera indicativa entre cinco y veinte centímetros, para garantizar una precisión de medición suficiente.
- 25 3. Método según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos sensores ópticos (4, 5, 6) que están constituidos por pares de fotodiodo LED de emisión IR comprenden unos sensores ópticos (4) adaptados para medir la profundidad del manto nival, estando constituidos dichos pares de fotodiodo LED de emisión IR por un LED de emisión infrarroja combinado con un fotodiodo, adyacentes entre sí de manera que la onda cuadrada de frecuencia predeterminada emitida por el LED, en presencia de nieve delante de la ventana (8), es reflejada y recibida por el fotodiodo acoplado al mismo.
- 30 4. Método según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos sensores (4, 5, 6) comprenden unos sensores de temperatura (5) constituidos por unos sensores de temperatura de semiconductores asistidos por un circuito de preacondicionamiento adecuado para adaptar la relación entre la tensión y la temperatura; presentando dichos sensores de temperatura una precisión de entre cinco décimas de un grado centígrado y un grado centígrado.
- 35 5. Método según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos sensores (4, 5, 6) comprenden unos sensores capacitivos (6) configurados para medir la densidad y las propiedades granulométricas del manto nival.
- 40 6. Método según las reivindicaciones anteriores, en el que la fijación del jalón (1) al terreno se lleva a cabo cementando una barra (B) de anclaje de acero y adherencia mejorada dentro de un orificio y uniendo a dicha barra (B) una placa metálica (M) que está integrada con el cuerpo tubular (1a) del jalón (1).
- 45 7. Método según las reivindicaciones anteriores, en el que la fijación del jalón al terreno está asistida por un arriostamiento constituido por dos conjuntos de cables metálicos (C) dispuestos a ciento veinte grados sexagesimales alrededor del jalón (1) y unidos al terreno por medio de sistemas de anclaje genéricos, implicando el enganche de dichos dos conjuntos de cables de arriostado una primera serie de tres cables (C1, C2, C3) unidos al jalón a un tercio de su altura y un segundo conjunto de cables (C4, C5, C6) unidos al jalón a dos tercios de su altura.
- 50 8. Método según las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de alimentación por batería (2) consiste en una batería de plomo de voltaje de 12 voltios con una capacidad de 12 amperios-hora, o dimensionada para permitir una autonomía funcional de por lo menos seis meses con una salida apta para alimentar el aparato electrónico completo en vista de por lo menos una transmisión de datos por día a lo largo del periodo completo y hasta diez lecturas por día durante por lo menos diez días, estando posicionada dicha batería (2) dentro del jalón o en sobre el terreno en su base para evitar una exposición a temperaturas extremas.
- 55

Fig.1

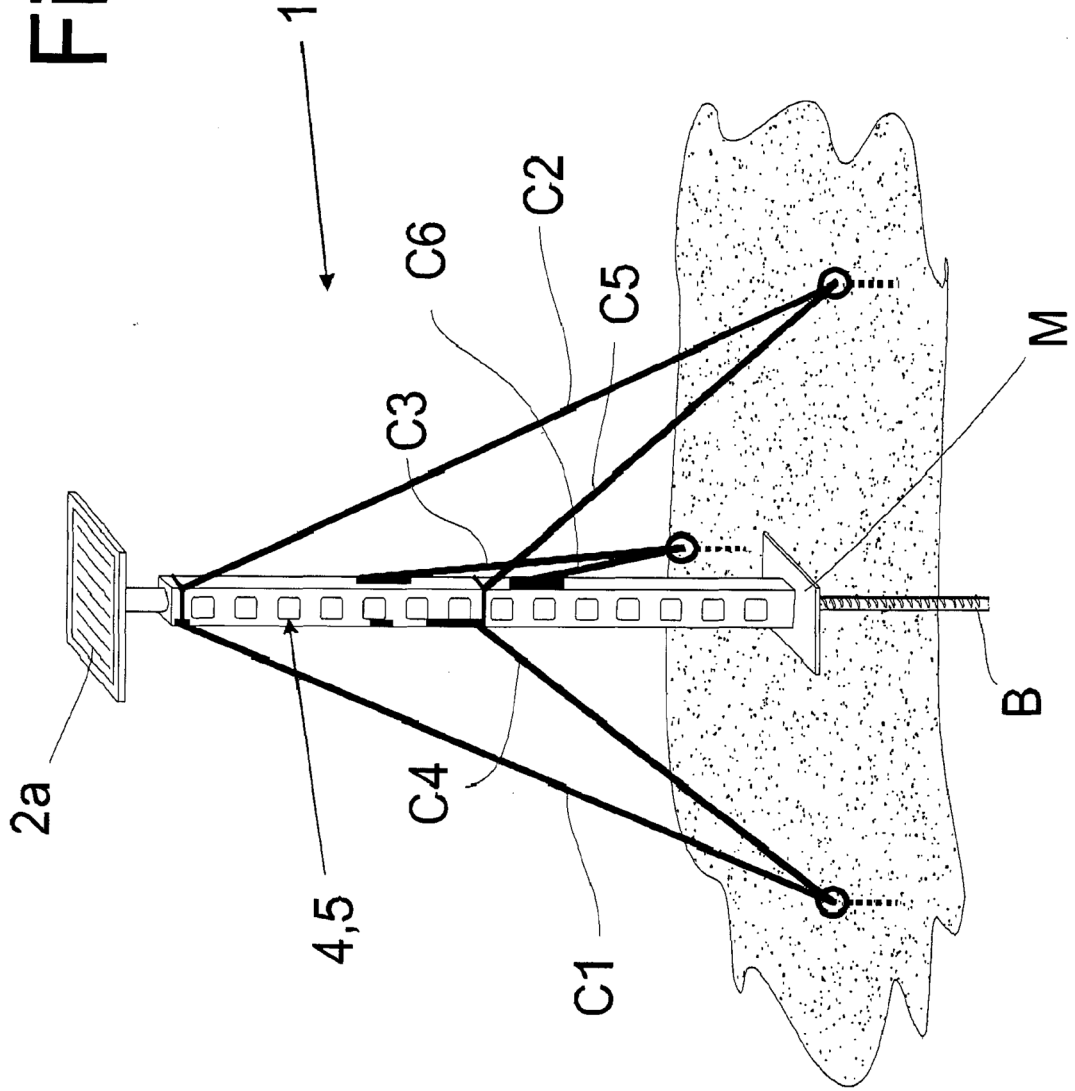


Fig.2

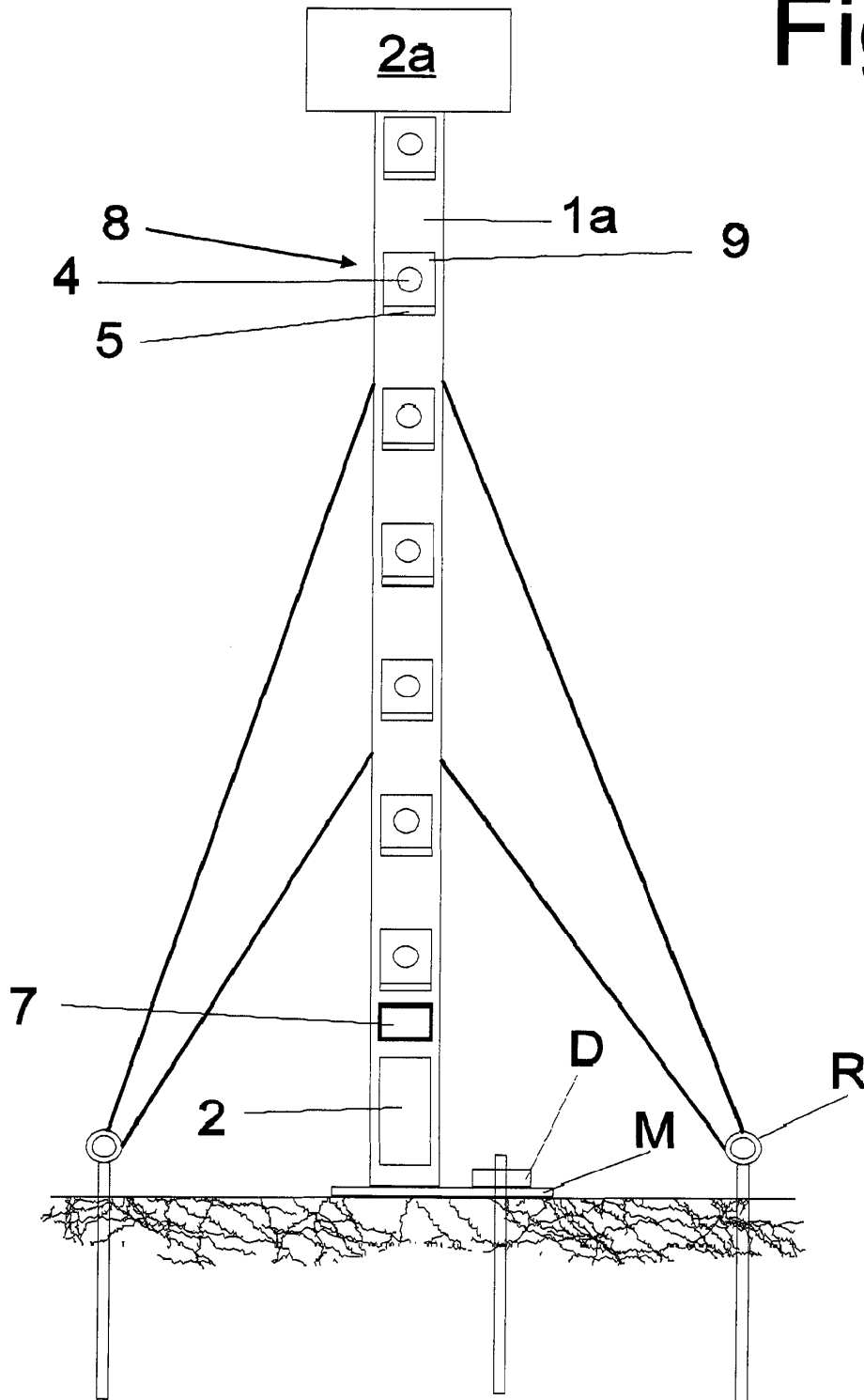
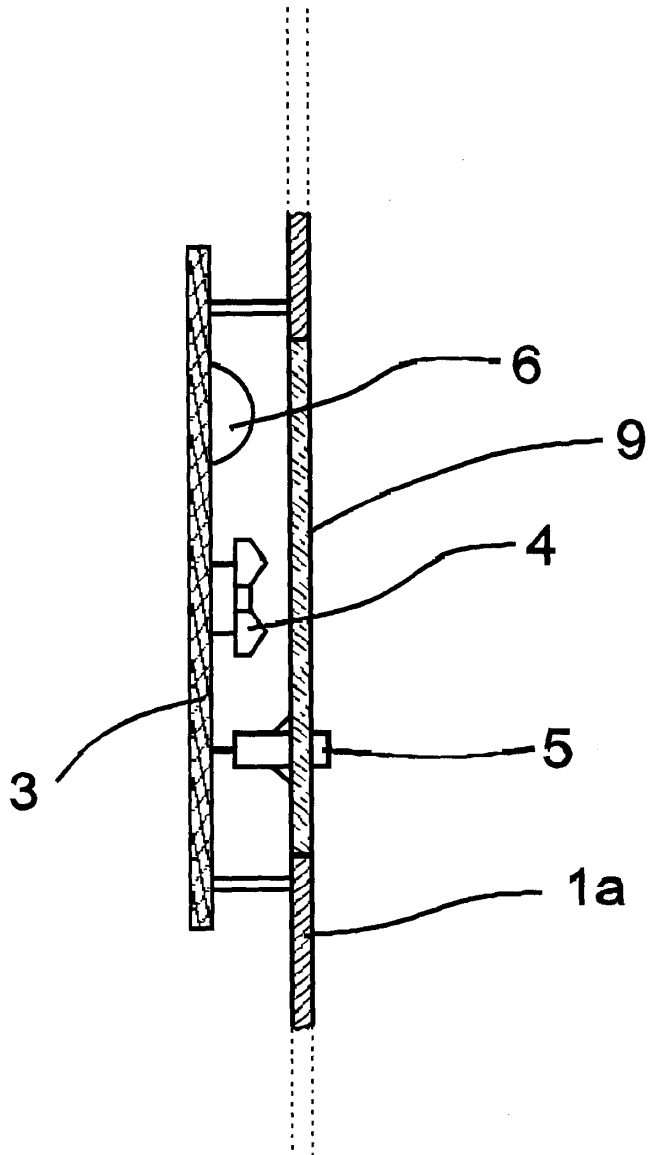




Fig.3



# Fig.4

